

TUGAS AKHIR

**STUDI PERFORMA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL
NACA 0012 DENGAN TURBIN ANGIN DARRIEUS-H PADA
VARIASI SUDUT *PITCH* $35^{\circ}, 40^{\circ}, 45^{\circ}, 50^{\circ}, 55^{\circ}, 60^{\circ}$**



Disusun :

H'MIM SAFI'I
NIM : D200120048

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul :

STUDI PERFORMA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL NACA 0012
DENGAN TURBIN ANGIN DARRIEUS-H PADA VARIASI SUDUT *PITCH*
 $35^{\circ}, 40^{\circ}, 45^{\circ}, 50^{\circ}, 55^{\circ}, 60^{\circ}$

Yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Fakultas Universitas Muhammadiyah Surakarta, sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan atau pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali bagian yang sumber informasinya saya cantumkan sebagai mana mestinya.

Surakarta, 30. September 2016

Yang menyatakan,



H'mim Safi'i

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir berjudul “ Studi Performa Turbin Angin Sumbu Vertikal NACA 0012 Dengan Turbin Angin Darrieus-H Pada Variasi Sudut *Pitch* $35^{\circ}, 40^{\circ}, 45^{\circ}, 50^{\circ}, 55^{\circ}, 60^{\circ}$ ”, telah disetujui oleh pembimbing dan diterima untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : H'MIM SAFI'I

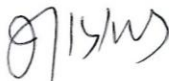
NIM : D200120048

Disetujui pada :

Hari : *Jum'at*

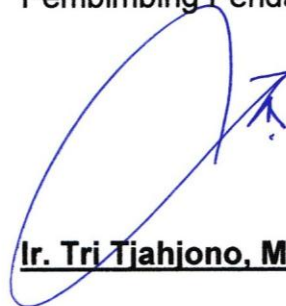
Tanggal : *30 September 2016*

Pembimbing Utama



Nur Aklis, ST, M.Eng.

Pembimbing Pendamping



Ir. Tri Tjahjono, MT.

HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “Studi Performa Turbin Angin Sumbu Vertikal NACA 0012 Dengan Turbin Angin Darrieus-H Pada Variasi Sudut *Pitch* $35^{\circ}, 40^{\circ}, 45^{\circ}, 50^{\circ}, 55^{\circ}, 60^{\circ}$ ”, telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji dan telah dinyatakan syah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh derajat sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : H'MIM SAFI'I
NIM : D200120048

Disahkan pada :

Hari :
Tanggal :

Dewan penguji :

Ketua : **Nur Aklis, ST. M.Eng**
Anggota 1 : **Ir. Tri Tjahjono, MT.**
Anggota 2 : **Ir. Sunardi Wiyono, MT.**

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan Fakultas Teknik
Universitas Muhamadiyah
Surakarta


Ir. Sri Sunarjono, MT., PhD

Ketua Jurusan Teknik Mesin
Universitas Muhammadiyah
Surakarta


Tri Widodo B, ST., MSc., PhD.

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

255/A 3-II/TM/TA/II/2016 17 Februari 2016
Berdasarkan surat Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Nomor Tanggal
dengan ini :

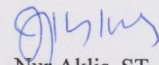
Nama Nur Aklis, ST, MT.
Pangkat/Jabatan Asisten Ahli
Kedudukan : Pembimbing Utama / Pembimbing Kedua *
memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXX

Nama H'Mim Safi'i
Nomor Induk D 200 120 048
NIRM :
Jurusan/Semester Teknik Mesin / Akhir
Judul/Topik : STUDI PERFORMA TURBIN ANGIN SUMBU VERTIKAL NACA 0012 DENGAN
Rincian Soal/Tugas : TURBIN ANGIN DARRIEUS-H PADA VARIASI SUDUT PITCH 35°, 40°, 45°, 50°, 55°, 60°

Demikian soal tugas akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta,

Pembimbing
17 Februari 2016


Nur Aklis, ST, M.Eng.

Pembimbing Pendamping

Tri Tjahjono, Ir, MT.

Keterangan :
Lektor Kepala

1. Warna biru untuk KAJUR
2. Warna kuning untuk Pembimbing I
3. Warna merah untuk Pembimbing II
4. Warna putih untuk mahasiswa

MOTTO

*“Sesungguhnya Allah Tidak Akan Merubah Suatu Kaum Sebelum
Orang Itu Merubah Sendiri”*
(AR-Rum :11)

“Sesungguhnya Sesudah Kesulitan Itu Terdapat Kemudahan”
(Al-Insyirah:5)

*“Orang Yang Suka Berkata Jujur Mendapat Tiga Perkara Yaitu
Kepercayaan, Cinta dan Rasa Hormat”*
(Sayidina Ali)

*“Kata-kata Kasar dan Hinaan Tidak Memperkuat Kritik atau Nasihat
Justru Malah Merusakannya”*
(KH. Ahmad Mustofa Bisri)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa hati senang karya sederhana ini dapat terselesaikan yang kupersembahkan kepada :

1. Kedua orangtua yang selalu memberi semangat dan mendoakan.
2. Keluarga besar mbah Citro Sardi yang telah merawat dari kecil dan mendidik.
3. Seluruh teman-teman Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Erlina yang selalu memberi semangat dan telah menemani selama ini.
5. Nur Evi, Ajeng, Elsa dan Isti yang selalu memberi semangat dan membantu.
6. Teman-teman yang selalu ada dan memberi masukan setiap saat Cahyo, Bima, Nanang, Eko, Putut, Lehman.

Semoga tugas akhir ini membawa manfaat, saya selaku penulis hanya bisa mengucapkan terima kasih.

ABSTRAKSI

Makin mahal dan berkurangnya ketersediaan sumber daya energi fosil sebagai pembangkit listrik, serta makin meningkatnya kesadaran akan usaha untuk melestarikan lingkungan, maka perlunya adanya alternatif untuk menghasilkan sumber energi, angin adalah salah satu sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan. Energi angin dapat dimanfaatkan dengan menggunakan turbin angin. Jenis turbin angin yang dipilih dalam tugas akhir ini adalah turbin angin Darrieus tipe-H dengan airofoil NACA 0012, dengan panjang chord 0,3 m. Dimensi turbin angin yaitu dengan diameter (D) 0,44 m dan tinggi (H) 0,6 m. Variasi sudut pitch yang dilakukan dalam pengujian ini adalah (35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60°). Tujuan dilakukan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh sudut pitch terhadap performa turbin angin Darrieus-H. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan wind tunnel dengan kecepatan angin 4,8 m/s. Dari hasil pengujian diperoleh bahwa turbin angin dengan sudut pitch 55° lebih efektif dalam mengekstrak energi angin, untuk sudut pitch 35° , 40° , 45° , 50° , 55° , 60° dengan efesiensi masing-masing 4,11%, 4,16%, 4,39%, 4,51%, 4,62%, 4,16%.

Kata Kunci : Turbin Angin Darrieus-H, NACA 0012, Sudut Pitch, Efesiensi

ABSTRACTS

The more expensive and the more limited fossil energy resaourch as the electricity power, and the increase of awarness to preserve the environmental condition, therefore, alternativ energy resourch is necessary to be taken. Wind is a kind of renewal energy which is environmentally friendly. Wind energy can be aplied by using wind turbine. The kind of wind turbine used in the final report research is Darrieus type-H wind turbine with aerofoil NACA 0012, the cord long is 0,3 m. The wind turbin dimension is (D) 0,44 m, tall (H) 0,6 m. The pitch degree variations done in this research test are (35⁰, 40⁰, 45⁰, 50⁰, 55⁰, 60⁰). The purpose of this research was to find out find out the relationship of pitch degree toward the Darrieus-H turbine performance. The research was done by using wind tunnel with the wind velocity of 4,8 m/s. The result obtained from the test indicated that the wind turbine with pitch degree of 55⁰ is more effective to ekstract the wind energy, and each effeciency of the degree of 35⁰, 40⁰, 45⁰, 50⁰, 55⁰, 60⁰ are 4,11%, 4,16%, 4,39%, 4,51%, 4,62%, 4,16%.

Keywords : Darrieus-H Wind Turbine, NACA 0012, Pitch Degree, Effeciency

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji syukur alhamdulillah, penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas bekah, rahmat, dan hidanya-Nya sehingga penyusunan laporan penelitian tugas akhir dapat terselesaikan :

Tugas Akhir berjudul “**Studi Performa Turbin Angin Sumbu Vertikal NACA 0012 Dengan Turbin Angin Darrieus-H Pada Variasi Sudut *Pitch* 35⁰,40⁰,45⁰,50⁰,55⁰,60⁰**” dapat diselesaikan atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis menyampaikan rasa terimakasih sebesar-besarnya kepada :

1. **Bapak Ir. Sri Sunarjono, MT., Ph.D** selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. **Bapak Tri Widodo BR, ST., MSc., Ph.D** selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. **Bapak Nur Aklis, ST., M.Eng.** Selaku dosen pembimbing utama telah memberikan bimbingan ilmu, saran, arahan, dan motivasi dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. **Bapak Ir. Tri Tjahjono, MT.** Selaku dosen pembimbing pendamping telah memberikan pengarahan dan bimbingan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. **Seluruh dosen** Teknik Mesin yang telah mengajarkan banyak ilmu dan segala hal yang baik.
6. Kedua orang tua tercinta **Bapak K.Hartono** dan **Ibu Suyatmi** yang senantiasa memberikan semangat dan doa tak henti-henti sehingga dalam awal masuk kuliah sampai akhir kuliah dapat berjalan dengan lancar.
7. Keluarga besar mbah Citro Sardi yang telah merawat dari kecil.
8. Teman-teman Teknik Mesin yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang bersifat membangun dari pembaca akan penulis terima dengan senang hati.

Wassalamualaikum Wr. Wb.

Surakarta, September 2016

H'mim Safi'i

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	v
MOTTO	vi
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAKSI	viii
KATA PENGANTAR	x
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR SIMBOL	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	3
1.5 Batasan Masalah	4
1.6 Sistematikan Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Studi Literatur	7
2.2 Landasan Teori	9
2.2.1 Sejarah Pemanfaatan Energi Angin	9
2.2.2 Jenis Turbin Angin	10
2.2.3 Konsep Dasar (SKEA)	14
2.2.4 Teori Momentum Elementer Betz	17
2.2.5 Pertimbangan Gaya Aerodinamika	19

2.2.6 Teori NACA	22
BAB III METODE PENELITIAN	24
3.1 Metode Penelitian	24
3.2 Tahap Penelitian.....	24
3.2.1 Studi Pustakan dan Literatur	26
3.2.2 Perancangan dan desain	26
3.3 Pembuatan Turbin Angin dan <i>Wind Tunnel</i>	30
3.4 Instalasi Pengujian Turbin Angin	31
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Spesifikasi Turbin Angin	34
4.2 Analisis Segitiga Percepatan	35
4.2.1 Kecepatan Sudu Pada Sudut 35 ⁰	36
4.2.2 Kecepatan Sudu Pada Sudut 40 ⁰	36
4.2.3 Kecepatan Sudu Pada Sudut 45 ⁰	37
4.2.4 Kecepatan Sudu Pada Sudut 50 ⁰	37
4.2.5 Kecepatan Sudu Pada Sudut 55 ⁰	38
4.2.6 Kecepatan Sudu Pada Sudut 60 ⁰	38
4.3 Data Hasil Pengujian.....	39
4.4 Pembahasan.....	41
4.4.1 Pembahasan Data Pengujian.....	41
4.4.2 Pembahasan Segitiga Kecepatan	45
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Berbagai Jenis Turbin Angin Sumbu Horisontal	11
Gambar 2.2 Macam-macam Jumlah Sudu Turbin Angin	11
Gambar 2.3 Berbagai Jenis Turbin Angin Sumbu Vertikal	12
Gambar 2.4 Pemodelan Betz Untuk Aliran Angin	18
Gambar 2.5 Gaya Aerodinamis Rotor Turbin Angin Ketika Dilalui Aliran Udara	21
Gambar 2.6 NACA <i>Airfoil</i> Seri Empat Angka	23
Gambar 2.7 Airfoil NACA simetris	23
Gambar 3.1 Metode Penelitian	25
Gambar 3.2 Dimensi <i>Wind Tunnel</i>	26
Gambar 3.3 Sudut Pengarah	27
Gambar 3.4 Profil NACA 0012	28
Gambar 3.5 Sudu NACA 0012	29
Gambar 3.6 <i>Flange</i>	29
Gambar 3.7 Batang Sudu	30
Gambar 3.8 Poros	30
Gambar 3.9 Instalasi Pengujian Turbin Angin	31
Gambar 4.1 Turbin Angin Dengan NACA 0012	34
Gambar 4.2 Segitiga Kecepatan Pada Semua Sudu	35
Gambar 4.3 Kecepatan Pada Sudu 35 ⁰	36

Gambar 4.4 Kecepatan Pada Sudu 40^0	36
Gambar 4.5 Kecepatan Pada Sudu 45^0	37
Gambar 4.6 Kecepatan Pada Sudu 50^0	37
Gambar 4.7 Kecepatan Pada Sudu 55^0	38
Gambar 4.8 Kecepatan Pada Sudu 60^0	38
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Sudut Dengan kecepatan putar	42
Gambar 4.10 Grafik Hubungan Sudut Dengan kecepatan putar	42
Gambar 4.11 Grafik Hubungan Torsi, Daya Turbin Terhadap Sudut	43
Gambar 4.12 Grafik Hubungan Sudut Dengan Efesiensi	43

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Spesifikasi Turbin Angin	34
Tabel 4.2 Data Pengujian Tanpa Pembebanan	39
Tabel 4.3 Data Pengujian Dengan Pembebanan	39
Tabel 4.4 Data Pengujian Sudut <i>Pitch</i>	44

DAFTAR SIMBOL

P_a	Daya angin	(Watt)
ρ	Massa jenis angin atau udara	(kg/m ³)
v	Kecepatan angin	(m/s)
A	Luas sapuan	(m ²)
P_t	Daya turbin	(Watt)
m	Massa	(gr)
g	Grafitasi	(m/s ²)
h	Ketinggian	(m)
t	Waktu	(s)
T	Torsi	(Nm)
η	Efesiensi	(%)